



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 15 268 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
F 02 M 47/02

②1 Aktenzeichen: 100 15 268.6
②2 Anmeldetag: 28. 3. 2000
④3 Offenlegungstag: 4. 10. 2001

DE 100 15 268 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Baranowski, Dirk, Dr., 93059 Regensburg, DE; Klügl,
Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Schmutzler,
Gerd, Dr., 93138 Lappersdorf, DE; Wagner,
Jochim, 93051 Regensburg, DE

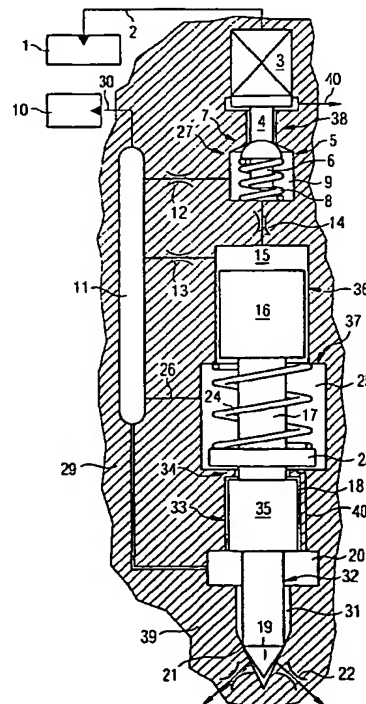
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	198 26 791 A1
DE	196 24 001 A1
EP	09 76 924 A2
EP	09 21 301 A2
EP	07 98 459 A2
EP	06 03 616 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Einspritzventil mit Bypassdrossel

⑤7 Das Einspritzventil weist eine Steuerkammer mit einem Steuerkolben auf, der in Wirkverbindung mit einer Düsen-
nadel steht. Die Steuerkammer ist über eine Zulaufdros-
sel mit Kraftstoff unter hohem Druck und mit einer Ab-
laufdrossel mit einer Ventilkammer verbunden. In der
Ventilkammer ist ein Servoventil angeordnet, das in Ab-
hängigkeit von seiner Position eine Verbindung zwischen
der Ventilkammer und einem Rückfluss öffnet. Weiterhin
ist eine Bypassdrossel vorgesehen, die zwischen der
Kraftstoffzuleitung und der Ventilkammer angeordnet ist.



DE 100 15 268 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Bei einem Common Rail Einspritzsystem wird der Kraftstoff mit einem Druck von bis zu 2.000 bar in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt. Der hohe Kraftstoffdruck erfordert eine präzise Steuerung der Einspritzzeit und der Einspritzmenge. Weiterhin ist es für Brennkraftmaschinen, die mit Dieselmotoren betrieben werden, notwendig eine exakte Voreinspritzung mit einer geringen Kraftstoffmenge durchzuführen, um das Geräusch der Brennkraftmaschine und auch den Schadstoffausstoß zu minimieren. Aus den genannten Gründen ist es erforderlich, das Einspritzventil sehr präzise abzustimmen, damit eine optimale Einspritzverlauf-
formung erreicht wird.

[0002] Aus dem Artikel "A Common Rail Injection System For High Speed Direct Injection Diesel Engines", SAE paper 980803, von N. Guerrassi et al., ist ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Common Rail Einspritzsystem bekannt, das eine Steuerkammer aufweist, die von einer Kraftstoffleitung über eine Zulaufdrossel mit Kraftstoff versorgt wird. Die Steuerkammer steht über eine Ablaufdrossel mit einer Ablaufleitung in Verbindung, die über ein elektromagnetisches Ventil mit einem Kraftstoffreservoir verbindbar ist. Weiterhin ist eine Bypassdrossel vorgesehen, die eine Verbindung zwischen der Kraftstoffleitung und der Ablaufleitung schafft. Die Steuerkammer wird von einer Düsenadel begrenzt, die axial beweglich in einem Düsenkörper angeordnet ist. Die Düsenadel ist durch eine Düsenkammer geführt, die mit der Kraftstoffleitung in Verbindung steht. Weiterhin weist die Düsenadel Druckflächen auf, die mit dem Kraftstoffdruck, der in der Düsenkammer herrscht, beaufschlagt sind und die Düsenadel in Richtung auf die Steuerkammer mit Kraft beaufschlagen. In der Steuerkammer ist eine Düsenfeder vorgesehen, die die Düsenadel in Richtung auf ihren Dichtsitz vorspannt. Der Druck in der Druckkammer wird abhängig von der Öffnungsposition des elektromagnetischen Ventils gesteuert. Ist das Ventil geöffnet, so fließt Kraftstoff aus der Druckkammer über die Ablaufdrossel ab und zugleich fließt weniger Kraftstoff über die Zulaufdrossel zu, so dass der Druck in der Steuerkammer sinkt. Als Folge davon wird die Düsenadel in Richtung auf die Düsenkammer bewegt, wobei die Düsenadel mit ihrer Spitze von einem Dichtsitz abhebt und eine Verbindung zwischen der Kraftstoffleitung und Einspritzlöchern freigibt.

[0003] Wird nun das elektromagnetische Ventil geschlossen, so strömt sowohl über die Zulaufdrossel als auch über die Bypassdrossel und die Ablaufdrossel Kraftstoff in die Steuerkammer. Auf diese Weise wird der Druck in der Steuerkammer schnell erhöht, so dass die Düsenadel relativ schnell auf ihren Dichtsitz im Düsenkörper gedrückt wird und damit die Einspritzung schnell endet.

[0004] Das beschriebene Einspritzventil weist den Nachteil auf, dass sich die Düsenfeder in der Steuerkammer befindet und damit eine relativ große Steuerkammer notwendig ist, die ein großes Schadvolumen darstellt. Weiterhin ist durch den Einbau der Düsenfeder in der Steuerkammer die Gefahr gegeben, dass beim Einbau Schmutzpartikel in die Steuerkammer gelangen und sich in der Ablaufdrossel festsetzen und die Funktionsfähigkeit des Einspritzventils beeinträchtigen. Kavitationsblasen, die in der Zulaufdrossel entstehen, können die Düsenfeder beschädigen.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Einspritzventil mit einem einfacheren Aufbau bereitzustellen, bei dem die Funktionsweise der hydraulischen Steuerung nicht beeinträchtigt wird.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Vorzugsweise ist ein Teil der Rückleitung als Ventilkammer ausgebildet, in der eine Bypassdrossel mündet. Auf diese Weise wird ein kompakter Aufbau des Einspritzventils erreicht.

[0008] Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Vorzugsweise ist eine Kammer, durch die eine Koppelstange geführt ist, die einen Steuerkolben mit der Düsenadel verbindet, direkt mit der Kraftstoffleitung verbunden, die Kraftstoff unter hohen Druck führt. Zudem ist keine Leckageleitung an die Kammer angeschlossen. Auf diese Weise wird eine Leckage über die Kammer weitgehend vermieden.

[0009] Ein vorteilhafter Aufbau des Einspritzventils wird dadurch erreicht, dass die Steuerkammer von einem Steuerkolben begrenzt wird, der über eine Stange mit der Düsenadel in Wirkverbindung steht. Die Stange ist dabei durch eine Kammer geführt, in der eine Nadelfeder zur Vorspannung der Düsenadel angeordnet ist. Auf diese Weise ist die Steuerkammer frei von beweglichen Teilen, so dass eine Verschmutzung der Steuerkammer durch eingebrachte Bauteile ausgeschlossen ist. Zudem kann die Steuerkammer besonders klein ausgeführt werden, wodurch das Totvolumen beim Ansteuern der Düsenadel reduziert ist.

[0010] Der Querschnitt des Steuerkolbens ist vorzugsweise gleich dem Querschnitt des geführten Bereichs der Düsenadel ausgebildet. Auf diese Weise ist nur eine Führung zu fertigen, wodurch das Einspritzventil kostengünstig ist.

[0011] Vorzugsweise ist in der Ventilkammer ein Schließglied eingebracht, das gegen einen Dichtsitz von einer Feder vorgespannt ist, die ebenfalls in der Ventilkammer angeordnet ist.

[0012] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figur näher erläutert. Die Figur zeigt den schematischen Aufbau eines Einspritzventils für ein Common Rail Einspritzsystem. Das Einspritzventil weist ein Gehäuse 29 auf, das über eine Zuleitung 30 mit einem Kraftstoffspeicher 10 in Verbindung steht. Der Kraftstoffspeicher 10 wird beispielsweise von einer regelbaren Hochdruckpumpe mit Kraftstoff versorgt. Die Zuleitung 30 ist zu einer Kraftstoffleitung 11 im Gehäuse 29 geführt. Die Kraftstoffleitung 11 steht direkt mit einer Düsenkammer 20 in Verbindung, die in einen Einspritzraum 31 mündet, von dem aus Einspritzlöcher 22 ausgehen. Die Düsenkammer 20 und der Einspritzraum 31 sind in einem Düsenkörper 39 eingebracht, der sich an der unteren Spitze des Einspritzventils befindet. Im Einspritzraum 31 ist ein zweiter Dichtsitz 21 angeordnet, mit dem im geschlossenen Zustand eine Düsenadel 32 mit einer Nadelspitze 19 aufliegt. Die Nadelspitze 19 steht mit einem Führungsabschnitt 18 in Verbindung, der in Form eines Zylinders ausgebildet ist.

[0013] Der Führungsabschnitt 18 ist in einer Führungsbohrung 33 des Einspritzventils längsbeweglich geführt. Die Führungsbohrung 33 ist in Form einer zylinderförmigen Ausnehmung in das Gehäuse 29 eingebracht. Die Führungsbohrung 33 mündet auf einer Seite in die Düsenkammer 20 und auf der anderen Seite in eine Durchgangsbohrung 34, die ebenfalls zylinderförmig ausgebildet ist und vorzugsweise einen kleineren Querschnitt als die Führungsbohrung 33 aufweist. Vorzugsweise sind Nuten 40 vorgesehen, die die Düsenkammer 20 mit der Kammer 25 verbinden. Die Durchgangsbohrung 34 mündet wiederum in eine Kammer 25, die ebenfalls zylinderförmig ausgebildet ist und einen größeren Querschnitt als die Führungsbohrung 33 aufweist. In der Durchgangsbohrung ist ein Koppelstück 35 angeordnet, das auf dem Führungsabschnitt 18 aufliegt. In der Kam-

mer 25 ist eine Koppelstange 17 angeordnet, die mit einer Platte 23 auf dem Koppelstück 35 aufliegt. Die Platte 23 ist kreisförmig ausgebildet und weist einen größeren Querschnitt als die zylinderförmige Koppelstange 17 auf. Die Platte 23 weist die Funktion eines Stützkragens für die Nadelfeder 24 auf.

[0014] Alternativ zu den Nuten 40 kann die Führung 18 der Düsenadel auch ganz entfallen, so dass ein kreisförmiger Hohlraum zwischen Düsenadel 32 und Gehäuse 29 die Düsenkammer 20 mit der Kammer 25 verbindet. Ferner kann die Kammer 25 auch über eine Verbindungsleitung 26 direkt mit der Hochdruckleitung 11 verbunden werden.

[0015] Die Kammer 25 mündet auf der Seite, die der Durchgangsbohrung 34 gegenüberliegt, in eine zweite Führungsbohrung 36. Die zweite Führungsbohrung 36 weist ebenfalls eine Zylinderform auf. In der zweiten Führungsbohrung 36 ist ein zylinderförmiger Steuerkolben 16 in Längsrichtung beweglich angeordnet, der mit der Koppelstange 17 verbunden ist. Zwischen dem oberen Ende des Steuerkolbens 16 und dem Gehäuse 29 ist in der zweiten Führungsbohrung 36 eine Steuerkammer 15 ausgebildet.

[0016] In der Kammer 25 ist eine Nadelfeder 24 angeordnet, die die Koppelstange 17 umfasst und zwischen der Platte 23 und einer Stufe 37 angeordnet ist, wobei die Stufe 37 in dem Übergangsbereich zwischen der Kammer 25 und der zweiten Führungsbohrung 36 angeordnet ist. Die zweite Führungsbohrung 36 weist einen kleineren Durchmesser als die Kammer 25 auf. Die Funktionsweise der Nadelfeder 24 besteht darin, dass die Nadelfeder 24 die Düsenadel 32 mit der Nadelspitze 19 auf den zweiten Dichtsitz 21 vorspannt. Die Kammer 25 ist vorzugsweise über eine Verbindungsleitung 26 mit der Kraftstoffleitung 11 verbunden.

[0017] Die Steuerkammer 15 steht über eine Zulaufdrossel 13 mit der Kraftstoffleitung 11 und über eine Ablaufdrossel 14 mit einer Ventilkammer 9 in Verbindung. Der Querschnitt der Zulaufdrossel 13 ist kleiner als der Querschnitt der Ablaufdrossel 14. In der Ventilkammer 9 ist ein Schließglied 6 und eine Ventildfeder 8 angeordnet, wobei das Schließglied 6 von der Ventildfeder 8 in Richtung auf einen Dichtsitz 7 vorgespannt ist. Das Schließglied 6 und der Dichtsitz 7 stellen ein Servoventil 5 dar. Die Ventilkammer 9 steht über eine Ablaufbohrung 38 mit einem Rücklauf 40 in Verbindung. Weiterhin ist eine Bypassdrossel 12 in Form einer Bohrung vorgesehen, die die Kraftstoffleitung 11 mit der Ventilkammer 9 verbindet. Die Leitungen zwischen der Steuerkammer 15 und dem Servoventil 6 stellen die Rückleitung 27 dar. In der Ablaufbohrung 38 ist ein Ventilkolben 4 geführt, der mit einem Aktor 3 verbunden ist. Der Ventilkolben 4 liegt mit einer Druckfläche auf einer zugeordneten Druckfläche des Schließgliedes 6 auf. Der Aktor 3 steht über elektrische Anschlüsse 2 mit einem Steuergerät 1 in Verbindung.

[0018] Das Einspritzventil funktioniert wie folgt: Im Kraftstoffspeicher 10 befindet sich Kraftstoff mit hohem Druck, so dass bei einem geschlossenen Servoventil 5, bei dem das Schließglied 6 am Dichtsitz 7 anliegt, in der Ventilkammer 9, in der Steuerkammer 15, in der Düsenkammer 20, im Einspritzraum 31 und in der Kammer 25 Kraftstoff mit hohem Druck vorhanden ist. Da die Fläche, mit der der Steuerkolben 16 an die Steuerkammer 15 grenzt, größer ist als die Fläche, die von der Düsenadel 32 mit Druck in Richtung auf die Steuerkammer 15 beaufschlagt wird und zusätzlich die Vorspannkraft der Nadelfeder 24 die Düsenadel 32 auf den Dichtsitz 21 drückt, sitzt die Düsenadel 22 auf dem Dichtsitz 21 auf und trennt den Einspritzraum 31 von den Einspritzlöchern 22. Somit erfolgt keine Einspritzung.

[0019] Soll nun eine Einspritzung erfolgen, so steuert das

Steuergerät 1 den piezoelektrischen Aktor 3 in der Weise an, dass sich der Aktor 3 auslenkt und über den Ventilkolben 4 das Schließglied 6 vom Dichtsitz 7 abhebt. Als Folge davon fließt über die Ablaufdrossel 14 aus der Steuerkammer 15 mehr Kraftstoff ab, als über die Zulaufdrossel 13 zufließt. Der Kraftstoff fließt über die Ablaufdrossel 14 in die Ventilkammer 9 und weiter über die Ablaufbohrung 38 in die Rückleitung 27 zu einem Kraftstoffreservoir. Als Folge davon sinkt der Druck in der Steuerkammer 15. Der Druck in der Düsenkammer 20 bleibt weiterhin auf dem Niveau der Kraftstoffleitung 11. Als Folge davon überwiegt die Kraft, die die Düsenadel 32 vom zweiten Dichtsitz 21 abhebt, so dass die Düsenadel 32 den zweiten Dichtsitz 21 freigibt und eine Verbindung zwischen dem Einspritzraum 31 und den Einspritzlöchern 22 öffnet. Somit wird Kraftstoff aus dem Einspritzraum 31 über die Einspritzlöcher 22 abgegeben.

[0020] In dieser Position fließt auch über die Bypassdrossel 12 Kraftstoff in die Ventilkammer 9 und über die Ablaufbohrung 38 zur Rückleitung 27.

[0021] Soll nun die Einspritzung beendet werden, so steuert das Steuergerät 1 den piezoelektrischen Aktor 3 in der Weise an, dass sich der Aktor 3 verkürzt. Somit wird das Schließglied 6 wieder von der Ventildfeder 8 auf den Dichtsitz 7 gedrückt, so dass die Verbindung zur Rückleitung 27 unterbrochen ist. Über die Bypassdrossel 12 fließt weiterhin Kraftstoff aus der Kraftstoffleitung 11 in die Ventilkammer 9 und von der Ventilkammer 9 über die Ablaufdrossel 14 in die Steuerkammer 15. Zugleich fließt über die Zulaufdrossel 13 Kraftstoff von der Kraftstoffleitung 11 in die Steuerkammer 15. Somit wird schnell wieder ein hoher Kraftstoffdruck in der Kraftstoffkammer 15 erreicht, so dass die Düsenadel 32 von dem Druck, der in der Steuerkammer 15 herrscht, wieder auf den zweiten Dichtsitz 21 gedrückt wird. Folglich wird die Verbindung zwischen dem Einspritzraum 31 und den Einspritzlöchern 22 unterbrochen.

[0022] Durch die Anbindung der Kammer 25 an den Druck der Kraftstoffleitung 11 über die Verbindungsleitung 26 oder die Nuten 40 wird eine hydraulische Anbindung der Kammer 25 erreicht. Dadurch wird eine besonders reibungsarme Bewegung der Düsenadel 32 möglich. Zudem tritt eine Leckage über die Kammer 25 in Richtung Steuerkammer 15 nur dann auf, wenn das Servoventil 5 geöffnet ist und ein geringer Druck in der Steuerkammer 15 herrscht. Weiterhin hat die Anbindung der Kammer 25 an die Kraftstoffleitung 11 den Vorteil, dass die Führungsspassung zwischen dem Führungsabschnitt 18 und der Führungsbohrung 33 nicht so präzise sein müssen, da keine Abdichtung zwischen der Düsenkammer 20 und der Kammer 25 notwendig ist. Diese ermöglicht eine Kosteneinsparung bei der Herstellung des Einspritzventils.

[0023] Die Führungsspassung zwischen dem Steuerkolben 16 und der zweiten Führungsbohrung muss weiterhin sehr präzise gefertigt sein, um eine Abdichtung zwischen der Steuerkammer 15 und der Kammer 25 zu gewährleisten.

[0024] Ein Ziel der Anmeldung ist es, Dauerleckage zu vermeiden. Dazu wird die Kammer 25, die die Nadelfeder enthält, entlang der Führung der Düsenadel mit dem Hochdruck in der Düsenkammer verbunden. Die einzige hydraulisch wirksame Kolbenfläche, die die Bewegung der Düsenadel steuert, ist damit der Querschnitt der Führung des Steuerkolbens. Bei geöffneter Nadel und geschlossenem Servoventil sind die Druckkräfte, die auf den Verband aus Nadel und Steuerkolben wirken, beinahe ausgeglichen. Der Schließvorgang wird im wesentlichen durch die Nadelfeder eingeleitet. Um durch die abwärts gerichtete Schließbewegung von Nadel und Steuerkolben keinen zu großen Druckeinbruch im Steuerraum zu bekommen, wird die Bypass-

drossel angeordnet. Die Bypassdrossel ist für das Öffnen der Düsennadel ohne Bedeutung, wenn sie klein genug ausgeführt wird, um den Druckabbau über das Servoventil 5 nicht zu beeinträchtigen. Beim Schließen dient sie als zusätzliche Zulaufdrossel, mit der sich über die Ablaufdrossel die Steuerkammer befüllen lässt. Die Kombination einer einzigen hydraulisch aktiven Führung der Nadel zur Vermeidung der Dauerleckage einerseits, und der Bypassdrossel zur Verbesserung der Funktion andererseits, bedingt folgende Vorteile:

Keine Dauerleckage außerhalb des Schaltvorgangs/Einspritzvorgangs des Einspritzventils, da die Kammer unter Hochdruck steht;

Beibehaltung einer separaten Kammer für die Nadelfeder, wodurch ein kleines Steuerraumvolumen, d. h. geringer Schadraum erreicht wird.

Vermeidung von Schmutzproblemen am Servoventil bzw. von Kavitationsschäden an der Feder;

Einbeziehung der Kammer 25 in das Hochdruckvolumen der Düsenkammer, wodurch eine Vergrößerung des Hochdruckvolumens vor der Düse erreicht wird; Verringerung des Druckeinbruchs infolge der Kompressibilität von Dieselöl in der Hochdruckleitung nach dem Öffnen;

Verbesserung der Zerstäubung des Dieselöls in den Einspritzlöchern nach dem Öffnen, da mehr Druck zur Verfügung steht;

Nur eine genau zu fertigende Führung der Düsennadel;

Verwendung einer Bypassdrossel zur Unterstützung des Schließvorgangs der Düsennadel;

Einbeziehung der Hochdruckkammer, die das Servoventil und die Ventillfeder enthält, in die Ausführung der Bypassdrossel.

[0025] Aufgrund der Arbeitsweise des Piezoaktors ist es von Vorteil, ein nach innen (gegen den Hochdruck arbeitendes) Servoventil zu verwenden. Die entstehende Kammer kann als Ablaufleitung verwendet werden, um die Hochdruckleitung über die Bypassdrossel mit dem Auslauf der Ablaufdrossel zu verbinden.

Patentansprüche

1. Einspritzventil mit einer Kraftstoffleitung, die über eine Zulaufdrossel zu einer Steuerkammer geführt ist,
 - mit einer Ablaufdrossel, die eine Rückleitung mit der Steuerkammer verbindet,
 - mit einem Steuerventil, das in der Rückleitung vor einem Rücklauf geschaltet ist,
 - mit einer Bypassdrossel, die die Kraftstoffleitung mit der Rückleitung verbindet,
 - mit einer Düsennadel, die in einer Düsenkammer beweglich angeordnet ist, wobei die Düsenkammer mit der Kraftstoffleitung in Verbindung steht,

wobei die Düsennadel (32) mit einem Steuerkolben (16) in Verbindung steht, wobei der Steuerkolben (16) die Steuerkammer (15) begrenzt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Rückleitung (27) als Ventilkammer (9) ausgebildet ist, und dass die Bypassdrossel (12) in die Ventilkammer (9) mündet.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (16) über eine Stange (17) mit der Düsennadel (32) verbunden ist, und dass die Stange (17) durch eine Kammer (25) geführt ist.
3. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die Kammer (25) mit der Kraftstoffleitung (11) verbunden ist.

4. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Steuerkolbens (16) gleich dem Querschnitt des geführten Bereichs (18) der Düsennadel (32) ist.

5. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ventilkammer (9) ein Schließglied (6) angeordnet ist, das gegen einen Dichtsitz (7) von einer Feder (8) vorgespannt ist.

6. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Nuten (40) vorgesehen sind, die die Düsenkammer (20) mit der Kammer (25) verbinden.

7. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kammer (25) eine Feder (24) angeordnet ist, die die Düsennadel (32) in Richtung auf einen Dichtsitz (21) vorspannt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

